

学校编码: 10384 分类号__密级__
学号: X200329011 UDC__

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

美国 ATSC 制式大屏幕液晶电视硬件设计

The Hardware Design of ATSC-LCDTV for USA Market

林德志

指导教师姓名: 林聪仁 副教授
李立峰 高级工程师
专 业 名 称: 仪器仪表工程
论文提交日期: 2008-4
论文答辩时间: _____
学位授予日期: _____

答辩委员会主席: _____
评阅人: _____

2008 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密(), 在()年解密后适用本授权书。
2. 不保密()

(请在以上相应括号内打“√”)

| | | | | |
|-------|-----|---|---|---|
| 作者签名: | 日期: | 年 | 月 | 日 |
| 导师签名: | 日期: | 年 | 月 | 日 |

摘要

美国高级电视业务顾问委员会(ATSC:Advanced Television Systems Committee)于1995年9月15日正式通过ATSC数字电视美国国家标准。美国美国联邦通信委员会(FCC:Federal Communications Commission)规定,2007年开始所有在市场销售的电视机都要求具备接收ATSC信号功能,并同时停止普通模拟电视(NTSC)广播,在此背景下,普通NTSC电视机将逐步退出市场,开发ATSC制式电视机将具有广阔的市场空间,美国市场一向是中国彩电企业出口的重要市场,占有全球市场的重要份额,开发ATSC制式电视机也是所有彩电出口企业的必走之路。

随着无线电子设备的迅速增多,空中电磁环境越来越差,各种电磁干扰超过以前任何时候。虽然电子产品都要通过电磁兼容认证,但是对于依靠空间传播的模拟电视信号,电磁干扰的影响也是逐渐增加。这就要求电视广播也要与时俱进,从模拟广播技术过渡到数字广播技术,给用户提供不受干扰的电视画面。

ATSC制式是美国最终制定的数字电视无线广播制式,由政府强制推广,开发ATSC产品具有稳定的市场前景,可以为企业创造较大的利润空间。作为厦华公司第一个ATSC产品,其成功研制可以为其他ATSC机型提供借鉴。本人作为项目负责人,与同事一起完成了全部的硬件设计测试等工作。本文从ATSC一般原理,到具体设计方案确定,电路原理图设计,印刷电路板设计,现场接收性能测试等步骤展现了复杂机芯设计的全过程。

关键词: ATSC; 硬件设计; PCB 布线

Abstract

The ATSC(Advanced Television Systems Committee) passed the digital televise national standards on September 15,1995. FCC(Federal Communications Commission) requires all the TV sold in USA maket should have the ATSC receiving function from 2007,and it will stop the NTSC broadcasts step by step. So the analog NTSC TV will gradually withdraw from the USA market.All TV enterprises must design the ATSC TV for USA market, because USA market is the most important one for Chinese TV enterprises.

As wireless electronic devices increase rapidly,the electromagnetic environment is more worse than before. Although the electronic products are required to pass the EMC test, the analog NTSC TV was more difficult to keep its high SNR(signal-to-noise ratio), so the digital ATSC broadcast is the best solution now,it will provide the clear TV screen to users without any noise.

ATSC is the USA standard of wireless TV broadcast by law.Designing ATSC TV can bring big profits to the enterprises.For us, designing the NO.1 ATSC product will get good experiences for other projects later.As the project director, I finished all the hardware work with the assistant of my colleague. Here I will show all designing steps including the general theory, the basic solution, schematic design,pcb layout,field test,and the performance test,etc.

Key Words: ATSC, Hardware Design, PCB Layout

目录

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 ATSC 一般原理 | 1 |
| 1.1 引言 | 1 |
| 1.2 ATSC 电视制式简介 | 2 |
| 1.2.1 信源编码与解码 | 2 |
| 1.2.2 信道调制与解调 | 3 |
| 1.3 ATSC 电视接收系统原理 | 4 |
| 1.3.1 数字电视机系统构成 | 4 |
| 1.3.2 前端解调模块 | 5 |
| 1.3.3 后端解码模块 | 5 |
| 1.3.4 ATSC 电视机接收性能 | 6 |
| 1.4 本章小结 | 6 |
| 第二章 ATSC 标准文件 | 7 |
| 2.1 ATSC 数字电视标准 | 7 |
| 2.2 ATSC 数字电视标准使用指南 | 7 |
| 2.3 数字音频压缩标准 | 7 |
| 2.4 数字电视规划指南 | 8 |
| 2.5 数字电视的系统信息 | 8 |
| 2.6 规划/情节/版本标识符标准 | 8 |
| 2.7 数字电视的传输与顺从性 | 8 |
| 2.8 地面广播与电缆的系统信息规划 | 9 |
| 2.9 ATSC 推荐的惯例 | 9 |
| 第三章 整机功能及接口确定 | 10 |
| 3.1 接口及数量 | 10 |
| 3.1.1 射频输入 | 10 |
| 3.1.2 复合视频输入输出 | 10 |
| 3.1.3 VGA 输入 | 10 |
| 3.1.4 HDMI 接口 | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.5 YPbPr/YcbCr 接口 | 11 |
| 3.1.6 RS232 串口控制端子 | 11 |
| 3.2 整机功能 | 11 |
| 第四章 设计方案确定 | 14 |
| 4.1 ATSC 各芯片方案比较 | 14 |
| 4.2 ATI 公司 ATSC 方案介绍 | 14 |
| 4.3 PIXELWORKS 公司的 PWM2000+PW328 方案优点 | 14 |
| 4.3.1 PW328 功能 | 15 |
| 4.3.2 PWM2000 功能 | 15 |
| 4.4 高频头选择 | 16 |
| 4.5 模拟视频解码芯片选择 | 16 |
| 4.6 时钟产生芯片选择 | 17 |
| 4.7 HDMI 接收芯片选择 | 17 |
| 4.8 DDR 存储器选择 | 18 |
| 4.9 声音信号处理芯片的选择 | 18 |
| 4.10 功放芯片的选择 | 19 |
| 第五章 电路原理图设计 | 20 |
| 5.1 ATSC 高频头电路设计 | 20 |
| 5.2 音频电路设计 | 22 |
| 5.2.1 消除噗声电路 | 24 |
| 5.2.2 D 类功放电路 | 24 |
| 5.3 ATSC 解调电路设计 | 25 |
| 5.4 NTSC 高频头电路设计 | 26 |
| 5.5 天线分配器电路设计 | 27 |
| 5.6 视频处理电路设计 | 28 |
| 5.7 HDMI 电路设计 | 28 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 5.8 DDR 内存电路设计 | 29 |
| 5.9 GPIO 电路 | 30 |
| 5.10 ESD 电路设计 | 31 |
| 第六章 PCB 布线..... | 35 |
| 6.1 PCB 布线的基本原理和布局考虑 | 35 |
| 6.1.1 PCB 布线 | 35 |
| 6.1.2 PCB 布局 | 37 |
| 6.1.3 高速 PCB 设计 | 38 |
| 6.1.4 避免传输线效应的方法 | 41 |
| 6.2 本项目的 PCB 布线 | 43 |
| 6.2.1 DCDC 电路 | 44 |
| 6.2.2 高频头电路 | 45 |
| 6.2.3 音频处理电路 | 46 |
| 6.2.4 D 类功放电路 | 46 |
| 6.2.5 ATSC 解调电路 | 46 |
| 6.2.6 数字处理板电路 | 47 |
| 第七章 各种实验及报告..... | 51 |
| 7.1 可靠性试验 | 51 |
| 7.2 安全实验 | 52 |
| 7.3 性能实验 | 52 |
| 7.4 主观评价 | 53 |
| 第八章 总结与展望..... | 56 |
| 8.1 安全性和可靠性 | 56 |
| 8.2 电磁兼容性设计 | 56 |
| 8.3 整机工艺设计 | 57 |
| 8.4 展望 | 57 |
| 8.4.1 减低数字处理板的层数 | 57 |
| 8.4.2 增加 HDMI 输入接口数量 | 57 |
| [参考文献]..... | 58 |
| 致谢..... | 60 |

Contents

| | |
|--|---|
| Chapter 1 Basic Principle of ATSC..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.1 Introduction..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.2 ATSC Basises..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.2.1 Source-Side CODEC..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.2.2 Channel Modulation and Demodulation..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.3 Principle of ATSC TV System..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.3.1 Structure of Digital TV System..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.3.2 Front-end Demodulation Module..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.3.3 Back-end Decoding Module..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.3.4 Performance of ATSC TV..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 1.4 Brief Summary..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| Chapter 2 Published ATSC Standards..... | 错 |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.1 ATSC Digital Television Standards..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.2 ATSC Digital TV Standards User Guide..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.3 Digital Audio Compression (AC3, E-AC3) Standard..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.4 Program Guide for Digital Television..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.5 Digital Television System Information..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.6 Program/ Scenario /Version Identifier Standard..... | |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.7 Transmission Measurement and Compliance for Digital Television..... | 错 |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.8 Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable..... | 错 |
| 错误！未定义书签。 | |
| 2.9 ATSC Recommended Practices..... | |

| | |
|---|---|
| 错误！未定义书签。 | |
| Chapter 3 Whole Function and Interfaces..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1 Interface and its Amount..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.1 RF Inputs..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.2 Composite Video Inputs and Output..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.3 GA Input..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.4 DMI 接口..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.5 PbPr/YcbCr Inputs..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.1.6 S232 Control Input..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 3.2 Function..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| Chapter 4 Designing Solution..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.1 ATSC Solution Comparison..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.2 Introduction of Ati's ATSC Solution..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.3 Advantage of PWM2000+PW328 Solution By Pixelwork..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.3.1 Function of PW328..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.3.2 Function of PWM2000..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.4 Tuner Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.5 Video Decoder Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.6 Clock Generation IC Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.7 HDMI Receiver Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.8 DDR Memory Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 4.9 Audio Processor Selection..... | 错 |

| | |
|--|---|
| 误！未定义书签。 | |
| 4.10 Audio Power Amplifier Selection..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| Chapter 5 Schematic Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.1 ATSC Tuner Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.2 Audio SchematicDesigning..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.2.1 DePOP Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.2.2 Class D Amplifier Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.3 ATSC Demodulation Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.4 NTSC Tuner Designing | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.5 RF Switch Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.6 Video Processing Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.7 HDMI Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.8 DDR Memory Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.9 GPIO Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 5.10 ESD Circuit Designing..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| Chapter 6 PCB Layout..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.1 Basic Theory of PCB Layout..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.1.1 PCB Layout..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.1.2 Components Arrangement..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.1.3 High Speed PCB Design..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.1.4 How to Avoid Transmission Line Effect..... | 错 |
| 误！未定义书签。 | |
| 6.2 The Project's PCB Layout..... | 错 |

| | |
|---|---|
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.1 DCDC Circuit Layout..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.2 Tuner Layout | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.3 Audio Circuit Layout..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.4 Class D Amplifier Layout..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.5 ATSC Demodulator Layout..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 6.2.6 Digital Circuit Layout..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| Chapter 7 Tests and Reports. | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 7.1 Reliability Test..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 7.2 Safety Test..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 7.3 Performance Test..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 7.4 Subjective Opinions..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| Chapter 8 Summary and Expectation. | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.1 About Safety and Reliability | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.2 About EMC Design..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.3 About Assemble Technology Design..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.4 Expectation..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.4.1 Reduce Pcb Layers | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| 8.4.2 Increase HDMI Inputs..... | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| [References] | 错 |
| 误! 未定义书签。 | |
| Acknowledgement | 错 |
| 误! 未定义书签。0 | |

第一章 ATSC 一般原理

1.1 引言

在信息技术的推动下，广播电视已经进入了从模拟广播到数字广播的过渡阶段。美国，欧洲，澳大利亚，日本，新加坡等相继确定了本国的数字电视广播标准。

随着视频压缩技术的深入研究，九十年代初出现了一系列视频压缩标准，其中尤以 MPEG2 实际应用范围较大；同时随着集成电路制造技术的进步，许多芯片厂商相继推出了相应的专用芯片，这些都极大地推动了数字电视的发展。美国于 1995 年通过了 ATSC 数字电视标准。欧洲制定了包括 DVB-T 在内的一体化数字电视广播标准，目前侧重于标准清晰度数字电视。日本从模拟高清晰度电视研究转向数字电视之后，确立了 ISDB-T 的地面广播标准。以上三种标准在信源编码方面相似，都采用 MPEG2 视频压缩，高清晰度电视图像常用格式为 1920×1080 ，每秒 60 场/50 场隔行，最大的区别是信道调制和传输方式的不同。因此这三种制式接收机的不兼容主要在接收机信道解调模块。

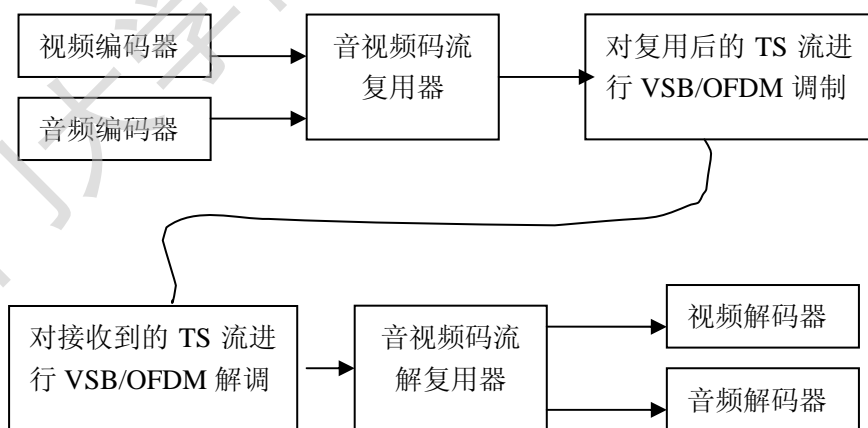


图 1.1 数字电视广播系统原理图

图 1.1 表示了数字电视广播和接收系统基本原理，按功能来分，数字电视系统由 3 大部分组成：信源部分、信道部分和信宿部分。从物理结构上分为发送端、传输网络和接收端。发送端包括信源（音视频）编码、业务复用、信道编码

和调制。传输网络既可以是地面广播，也可以是有线电视和卫星传输。调制信号到达接收端，先进行信道解调形成基带 TS 流，然后进行解复用，形成音视频 PES / ES 流分别解码，最后输出音频和视频信号。

1.2 ATSC 电视制式简介

ATSC 的英文全称是 Advanced Television Systems Committee（美国高级电视业务顾问委员会）。该委员会于 1995 年 9 月 15 日正式通过 ATSC 数字电视国家标准。ATSC 制信源编码采用 MPEG2 视频压缩和 AC3 音频压缩；信道编码采用 VSB 调制，提供了两种模式：地面广播模式（8 VSB: VestigialSideBand 残留边带调制）和高数据率模式（16VSB）。随着多媒体传输业务的不断发展，为了适应移动接收的需要，近来又计划增加 2VSB 的移动接收模式。在整个 ATSC 广播系统中电视接收机属于信宿部分，下面简要介绍其信源部分和信道部分的原理。

1.2.1 信源编码与解码

由于数字化后的 HDTV 原始视频数据量非常大，码率高达 1Gbps 以上，为了能在一个 6M 频道带宽内广播 HDTV 信号，必须采用压缩比很高的视频压缩算法。ATSC 制采用 MPEG2 视频压缩。MPEG2 视频压缩格式分为 4 级 5 类，从低分辨率图像到高清晰度视频有十几种格式，其中 MP@ HL 格式完全符合 HDTV 广播需要。MPEG2 视频压缩采用了运动估计和补偿，帧内预测和帧间预测编码，DCT 变换编码和熵编码等算法，压缩率可达 30~50 倍。付出的代价是 MPEG2 压缩算法运算量极大。

AC3 有 5+1 声道编码，可以复用成 TS 流。信源解码是编码的逆过程，包括 TS 的解复用和音视频 ES 的解压缩，整个过程符合 MPEG2 和 AC3 的解压缩算法。HDTV 解码运算量相对较小，是压缩编码运算量的十分之一。

1.2.2 信道调制与解调

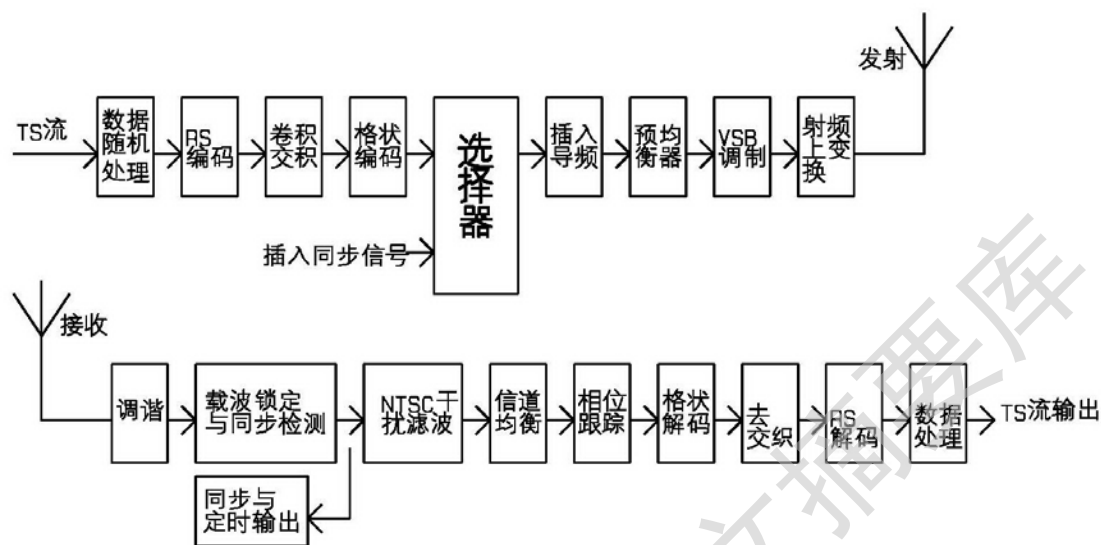


图 1. 2 信道调制与解调原理图

以地面广播 8VSB 模式为例，信道调制与解调原理如图 1. 2 所示。在发送端，码率为 19.39Mbps 的 TS 流输入到信道调制单元。信道编码过程包括数据随机处理、RS 纠错编码、卷积交织、格状编码、同步信号插入，形成符号率为 10.76Msym/s 的 8 电位符号流（八种电位是：±7V，±5V，±3V，±1V）。然后进行模拟处理，插入导频，预均衡和单边带调制，最后送到发射机。在接收端，射频 RF 经调谐器锁定，形成中频 IF 输出，A/D 变换后逐级进行 8VSB 信道解调处理，完成解调后输出码率为 19.39Mbps 的 TS 流。8VSB 传输模式的参数如表 1. 1 所示。

表 1. 1 8VSB 传输模式的参数

| 参数 | 8VSB 模式 | 参数 | 8VSB 模式 |
|--------|-------------|--------|---------------|
| 信道带宽 | 6MHZ | 超出带宽 | 11.5% |
| 符号率 | 10.76Msym/s | 净数据率 | 19.28Mbps |
| 格状 FEC | 2/3 | RS FEC | T=10(207,187) |
| 段长度 | 832 个符合 | 帧长度 | 313 个段 |
| 导频功率 | 0.3dB | C/N 门限 | 14.9dB |

对 TS 流进行信道编码，要经过如下处理：首先 TS 包中 187 个字节和一个伪随机序列按比特位异或运算（TS 包长度为 188 个字节，同步头 0x47 没有进行异或和 RS 编码），使 TS 流数据随机化，码率仍然是 19.39Mbps。随机化后数据

送入 $t=10(207, 187)$ 的 RS 编码器，每个 TS 包增加 20 个校验字节，包长度为 208 个字节，码率上升为 21.52Mbps。然后又通过 $(208, 52)$ 的卷积交织器，可以抵御长度相当于 4ms 的突发干扰。在格状编码之前还通过一个 12 符号交织器。格状编码采用 $2/3$ 模式，即每两个比特输入形成 3 比特输出，此时码率升为 35.28Mbps。映射处理将每 3 比特数据映射到一个 8 电位符号，每个符号相当于映射前的 3 比特，格状编码前的 2 比特。插入段同步，场同步后，便组装成为数据帧。每一数据帧包括两个数据场，每一数据场由 313 个数据段组成，其中第一个数据段作为该场的同步。每个数据段又由 832 个 8 电位符号组成，其中开始四个符号作为该段的同步。于是形成了符号率为 10.76Msym/s 的数据流，由于一个符号表示两比特，所以比特率相当于对 21.52Mbps，除去同步开销和检错冗余，净比特率为 19.28Mbps。

1.3 ATSC 电视接收系统原理

1.3.1 数字电视机系统构成

ATSC 制电视机可分为两个相对独立的模块：前端信道解调和后端信源解码，前端和后端接口的数据格式是 TS 码流。

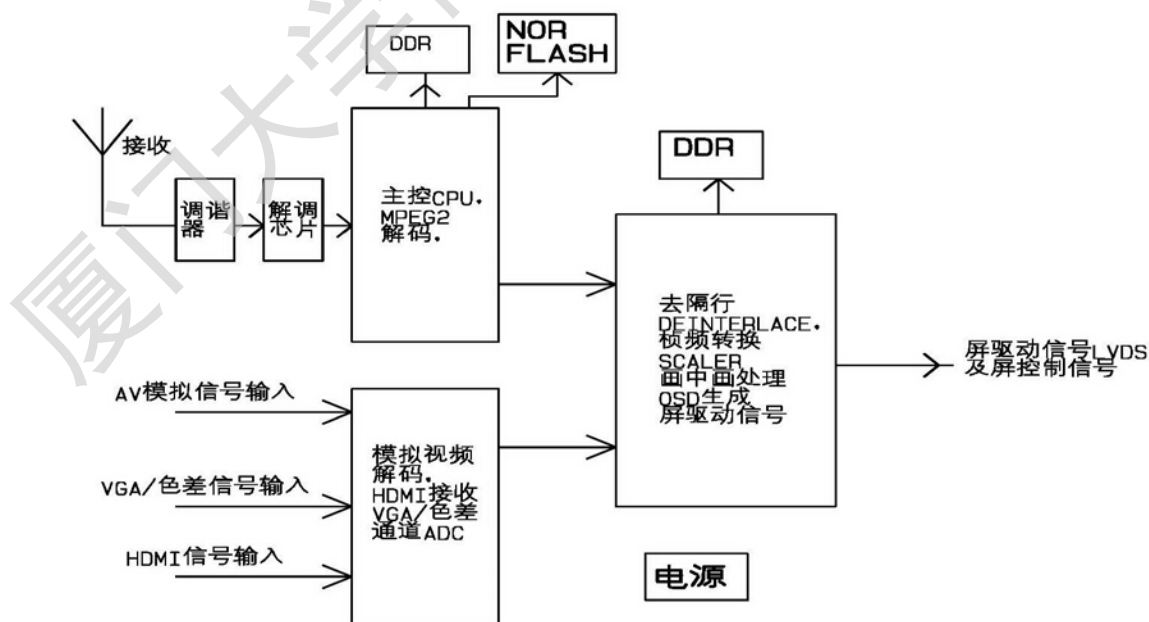


图 1.3 ATSC 制电视机的 DTV 部分系统框图

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库